La Computación Cuántica como Reflejo Subjetivo de la Realidad

Jordi Mas i Manjón, Ph.D.

Resumen

Este trabajo propone un modelo de computación cuántica que interpreta la conciencia como un proceso de superposición y decoherencia en un qubit individual. Se analiza la evolución del vector de Bloch bajo decoherencia y se define un parámetro de coherencia cuántica que caracteriza la transición entre distintos regímenes dinámicos.

1. Introducción

La computación cuántica trasciende el procesamiento clásico de bits al emplear qubits, que explotan superposición y entrelazamiento. Al modelar la conciencia como un sistema cuántico abierto, examinamos cómo la interacción con el entorno induce decoherencia y cómo el individuo procesa información en un régimen cuántico. Este enfoque ofrece una perspectiva matemática para cuantificar la percepción y su transición dinámica.

2. Modelo Matemático Cuántico

Consideremos un qubit interactuando con un entorno bosónico. La matriz densidad $\rho(t)$ evoluciona según la ecuación de Lindblad:

$$\frac{d\rho}{dt} = -\frac{i}{\hbar}[H, \rho] + \gamma\Big(L\,\rho\,L^\dagger - \tfrac{1}{2}\{L^\dagger L, \rho\}\Big). \tag{1}$$

Donde

$$H = \frac{\hbar\,\Delta}{2}\,\sigma_z + \frac{\hbar\,\Omega}{2}\,\sigma_x, \quad L = \sigma_z,$$

y γ es la tasa de decoherencia.

Definiendo los componentes del vector de Bloch:

$$x(t) = \mathrm{Tr}(\rho\,\sigma_x), \quad y(t) = \mathrm{Tr}(\rho\,\sigma_y),$$

se obtiene el sistema

$$\dot{x} = -\Gamma_2 \, x + \Delta \, y, \tag{2}$$
$$\dot{y} = -\Delta \, x - \Gamma_2 \, y. \tag{3}$$

Las posiciones de equilibrio son

$$x = 0, \quad y = 0.$$

El Jacobiano en el punto de equilibrio es

$$J = \begin{pmatrix} -\Gamma_2 & \Delta \\ -\Delta & -\Gamma_2 \end{pmatrix}.$$

Sus invariantes son

$$\operatorname{tr} J = -2\,\Gamma_2, \quad \det J = \Gamma_2^2 + \Delta^2.$$

Definimos el parámetro de coherencia cuántica

$$C = \frac{\Delta}{\Gamma_2}.$$

Cuando $C > 1$, el sistema exhibe oscilaciones amortiguadas (foco subcrítico), análogo a una bifurcación perceptiva hacia un estado estable de coherencia.

3. Apéndice

Para ejemplificar, tomemos valores hipotéticos:

$$\Delta = 5\,\text{MHz}, \quad \Gamma_2 = 2\,\text{MHz}, \quad \Omega = 1\,\text{MHz}.$$

El sistema se convierte en

$$\dot{x} = -2\,x + 5\,y, \tag{4}$$
$$\dot{y} = -5\,x - 2\,y. \tag{5}$$

El equilibrio sigue siendo $(0,0)$ y

$$C = \frac{5}{2} = 2{,}5 > 1.$$

La coherencia decae exponencialmente con frecuencia angular $\omega = \Delta$ y tiempo de decoherencia $T_2 = 1/\Gamma_2$.

4. Bibliografía

Referencias

[1] M. A. Nielsen y I. L. Chuang. *Quantum Computation and Quantum Information*. Cambridge University Press, 2000.

[2] H.-P. Breuer y F. Petruccione. *The Theory of Open Quantum Systems*. Oxford University Press, 2002.

[3] J. Preskill. *Lecture Notes for Physics 229: Quantum Information and Computation*. Caltech, 1998.

[4] A. O. Caldeira y A. J. Leggett. “Quantum Tunneling in a Dissipative System.” *Annals of Physics*, 1983.